

SYNCHRONNÍ STROJE

určeno pro bakalářské studijní programy

Obsah

Význam a použití

1. Základy konstrukce synchronních strojů
2. Princip činnosti synchronního stroje
3. Spouštění a řízení rychlosti synchronního motoru
4. Speciální provedení synchronního motoru

2005

Ing. Stanislav Kocman, Ph.D.
doc.Ing.Václav Vrána,CSc.

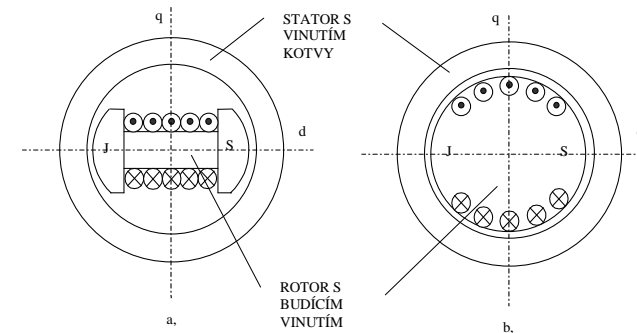
Význam a použití

Synchronní stroje jsou dodnes nejdůležitějšími elektrickými stroji pro výrobu elektrické energie. Tyto synchronní generátory nazývané také *alternátory* jsou nejčastěji trojfázové. Alternátory, které jsou v elektrárnách poháněny parními nebo plynovými turbínami při rychlosti otáčení 3000 min^{-1} a nazývají se *turboalternátory*, nebo jsou-li poháněny vodními turbínami při rychlosti obvykle podstatně nižší nazývají se *hydroalternátory*. Později se synchronní stroje začaly používat také jako motory, jednak jako *synchronní kompenzátory* (pro zlepšování účinníku v elektrické síti), jednak pro pohony velkých čerpadel, ventilátorů a kompresorů (průmyslových zařízení, které nevyžadují časté spouštění a pracují s konstantní rychlostí a s málo proměnným zatížením). S rozvojem polovodičové a výpočetní techniky se synchronní motory uplatňují i v oblasti pohonů s řízením rychlosti a polohy a to jak u pohonů velkých výkonů řádově megawattů, tak i u malých výkonů v oblasti průmyslové automatizace a robotiky (tzv. servomechanismy)

1. Základy konstrukce synchronních strojů

Stator synchronního stroje se příliš neliší od statoru asynchronního stroje a obsahuje trojfázové vinutí, které je umístěno v drážkách. Na rotoru je pak umístěno budící vinutí napájené stejnosměrným proudem přes sběrací kroužky a kartáče. Podle provedení rotoru se rozlišují dva základní typy synchronních strojů, a sice stroje s vyniklými póly (hydrostroje) obr.1a) a stroje s hladkým rotorem (turbostroje) obr.1b). Synchronní stroje s permanentními magnety mají místo budícího vinutí na rotoru magnety.

Chlazení synchronních strojů je vzduchové, u strojů vysokých výkonů vodíkové a vodní.



Obr.1 Možné konstrukční typy synchronních strojů
a) stroj s vyniklými póly, b) stroj s hladkým rotorem

2. Princip činnosti synchronního stroje

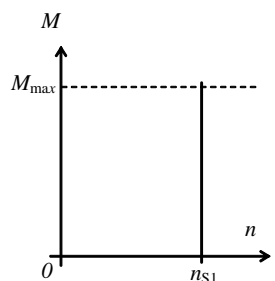
Statorové vinutí je obdobné jako u asynchronního motoru.. Rotorové vinutí je napájeno stejnosměrným proudem, který vybudí stejnosměrné magnetické pole, které se uzavírá přes stator.

Generátor: Otáčí-li poháněcí stroj, (např. turbína) nabuzeným rotorem indukují se v jednotlivých cívkách statoru střídavá napětí, sinusového průběhu, která jsou v jednotlivých cívkách vzájemně časově posunutá o úhel 120° .

Připojí-li se ke svorkám vinutí statoru trojfázová zátěž (tzn., že se alternátor zatíží), vinutím statoru bude procházet střídavý elektrický proud. Prochází-li vinutím statoru střídavý trojfázový proud, vzniká stejně jako u asynchronního stroje točivé magnetické pole s otáčkami n_{s1} , které má stejnou rychlost otáčení jako rotor a jeho magnetické pole, skluz (rozdíl otáček) stroje je tedy nulový. Proto se stroj nazývá synchronní. Rotor stroje vychýlen oproti magnetickému poli o určitý kladný úhel (předbíhá).

$$n_{s1} = n, \quad s = 0, \quad f_1 = p \cdot \frac{n_{s1}}{60}$$

Motor: Konstrukčně je motor obdobný synchronnímu alternátoru. Stator motoru je



obr.2 Momentová charakteristika synchronního motoru

připojen ke trojfázové střídavé síti, proud statoru vytvoří točivé magnetické pole, které se otáčí synchronní rychlostí. Rotor vytvářející magnetický tok je vtažen do točivého pole a otáčí se stejnými – synchronními otáčkami. Velikost momentu motoru je v závislosti na rychlosti konstantní a je závislá pouze na záporném úhlu vychýlení rotoru (zpožďuje se) oproti magnetickému poli. Maximální mezní hodnota tohoto momentu M_{max} je při tomto úhlu rovném $-\pi/2$. Jeho zvýšením dojde k výpadku ze synchronismu a motor se zastaví (poruchový stav doprovázený proudovými a momentovými rázy).

3. Způsoby spouštění a řízení rychlosti synchronního motoru:

Nejpoužívanější způsoby rozběhu

a) **asynchronní rozběh** : kromě budícího vinutí je na rotoru umístěno ještě tlumící (rozběhové) klecové vinutí. Motor se tedy rozbíhá jako asynchronní motor nakrátko, po dobu rozběhu je budící vinutí odpojeno. Jakmile motor dosáhne otáčky blízké synchronní, nabudí se a rotor se vtáhne do synchronismu.

b) **rozběh pomocným motorem** - pro rozběh se použije buď budič (stejnoseměrný generátor), který je umístěn na hřídeli motoru, nebo rozběhový asynchronní motor, který se používá pro rozběhy strojů vysokých výkonů. Tento typ rozběhu se téměř nevyužívá.

c) **řízený rozběh** - motor je napájen z měniče kmitočtu umožňujícího plynulé zvyšování kmitočtu :

Řízení otáček synchronního motoru

Otáčky lze řídit plynule změnou kmitočtu napájecího napětí. Lze k tomu použít výkonové polovodičové měniče. Pro regulované pohony se synchronními motory se používají nepřímé měniče kmitočtu (např. ventilový pohon), nebo přímé měniče kmitočtu tzv. cyklokonvertory. Možnost skokové změny synchronních otáček změnou počtu pólů se nevyužívá..

4. Speciální provedení synchronního motoru

Krokové motory

Konstrukce a řízení pohybu je přizpůsobeno **krokovému režimu**.. Změnou polohy magnetického toku na statoru (která se uskuteční diskrétně po krocích) působí na zubový (popř. drážkovaný) rotor, vzniká synchronizační (reluktanční) moment způsobující pootočení rotoru do nové rovnovážné polohy, ve které je minimální magnetický odpor (reluktance). Velikost kroku je dána počtem fází na statoru, počtem pólů a způsobem řízení (s plným krokem - symetrické; s polovičním krokem - nesymetrické). Vhodným postupným střídáním ve vedení proudu ve fázových vinutích na statoru dochází k nespojitému (přetržitému) pohybu rotoru – krokování. Úhel (dráha) pohybu je pak úměrná počtu impulzů (kroků), rychlost pohybu je pak úměrná kmitočtu řídicích impulzů.

Změnou sledu spínání fází se mění i směr otáčení motoru.

Charakteristické použití KM s využitím jeho hlavní přednosti je pro polohování pracovního mechanismu tj v otevřené regulační smyčce (bez zpětné vazby). Je to vlastně nejjednodušší převedení digitální informace na mechanickou polohu - úhel natočení, - dráhu rotoru.